

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-072793

(43)Date of publication of application : 16.03.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/1337

G02F 1/1343

G09F 9/35

(21)Application number : 09-235137

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 29.08.1997

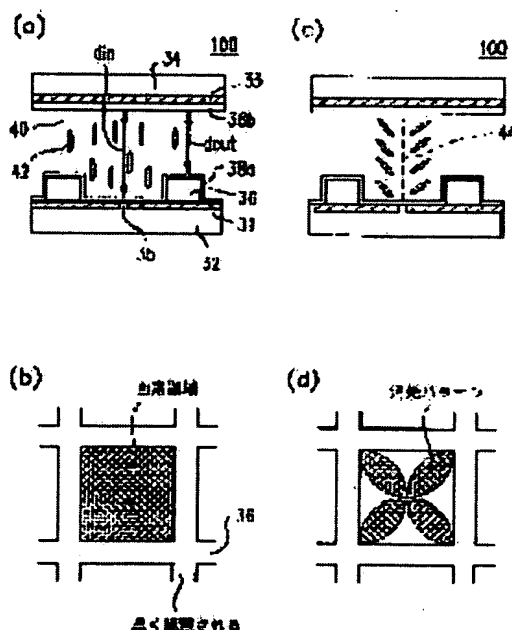
(72)Inventor : TERASHITA SHINICHI
KURIHARA SUNAO
KANZAKI SHUICHI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display device which may be relatively easily produced, has liquid crystal regions axisymmetrically oriented with liquid crystal molecules with every pixel region, has an excellent visual angle characteristic in all bearings and has a high contrast.

SOLUTION: A liquid crystal layer 40 having negative dielectric anisotropy is disposed between a pair of substrates 32 and 34 respectively having transparent electrodes 32, 33. The liquid crystal molecules 48 of the liquid crystal layer 40 are approximately perpendicularly aligned with respect to the substrates at the time of non-impression of driving voltage. The liquid crystal molecules 42 are axisymmetrically aligned with the axisymmetrical alignment central axis as a center by each of the plural pixel regions. Projecting parts 36 enclosing the pixel regions are formed on the liquid crystal layer 40 side surface of at least one substrate. In addition, regions 35 having no electrodes are disposed as the treatment to control the position of the axisymmetrical alignment central axis.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]	3304057
[Date of registration]	10.05.2002
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J.P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-72793

(43)公開日 平成11年(1999)3月16日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 2 F 1/1337

5 0 5

G 0 2 F 1/1337

5 0 5

1/1343

1/1343

G 0 9 F 9/35

3 0 2

G 0 9 F 9/35

3 0 2

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平9-235137

(22)出願日

平成9年(1997)8月29日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 寺下 慎一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 栗原 直

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 神崎 修一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

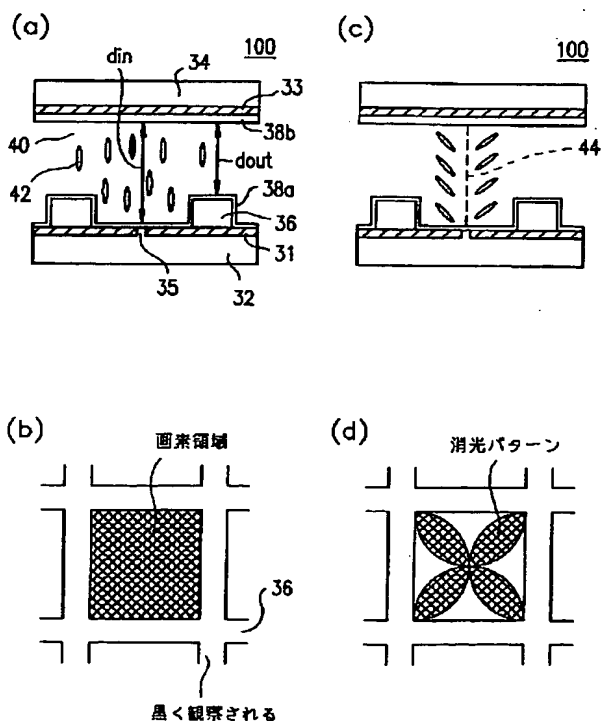
(74)代理人 弁理士 山本 秀策

(54)【発明の名称】 液晶表示装置およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 比較的簡単に製造でき、画素領域毎に液晶分子が軸対称配向した液晶領域を有する、全方位で視角特性の優れた高コントラストの液晶表示装置を得る。

【解決手段】 各々透明電極31、33を有する一对の基板32、34の間に、負の誘電異方性を有する液晶層40が設けられ、液晶層40の液晶分子42が、駆動電圧無印加時には基板に対して略垂直に配向し、駆動電圧印加時には液晶分子42が複数の画素領域毎に軸対称配向中心軸を中心に軸対称状に配向するようになっており、少なくとも一方の基板の液晶層40側の表面に、画素領域を包囲する凸部36が形成され、かつ、軸対称配向中心軸の位置を制御する処理として、電極の無い領域35が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 各々電極を有する一対の基板の間に、負の誘電異方性を有する液晶層が設けられ、該液晶層の液晶分子が、駆動電圧無印加時には該一対の基板に対して略垂直に配向し、駆動電圧印加時には該液晶分子が複数の画素領域毎に軸対称配向中心軸を中心に軸対称状に配向する液晶表示装置において、

少なくとも一方の基板の液晶層側の表面に、前記画素領域を包囲する凸部が形成されており、かつ、該軸対称配向中心軸の位置を制御する処理が施されている液晶表示装置。

【請求項 2】 前記複数の画素領域内のそれぞれのほぼ中央部または一定の位置に、軸対称配向中心軸出し電圧の印加時においても液晶分子が垂直配向状態を保持している領域を有する請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記軸対称配向中心軸出し電圧の印加時において液晶分子が垂直配向状態を保持している領域の面積を S_a 、前記画素領域の面積を A とすると、 S_a が $0 < S_a / A < 4\%$ を満足する請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記複数の画素領域内のそれぞれのほぼ中央部または一定の位置に電極の無い領域を有し、該電極の無い領域に前記液晶分子の軸対称配向中心軸が形成されている請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記電極の無い領域の面積を S_b 、前記画素領域の面積を A とすると、 S_b が $0 < S_b / A < 4\%$ を満足する請求項 4 に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記液晶層の該画素領域内の厚さが、該画素領域外の液晶層の厚さより大きい請求項 1、2 または 4 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記画素領域内の前記液晶層の厚さは、該画素領域の中央部で最も厚く、該中央部から該画素領域の周辺部に向かって連続的に減少する請求項 6 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記画素領域内の前記液晶層の厚さは、該画素領域の中央部を中心に軸対称状に変化している請求項 7 に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】 前記一対の基板の少なくともどちらか一方の基板の液晶層に接する表面に、軸対称配向固定層が形成されている請求項 1 から 8 いずれか一つに記載の液晶表示装置。

【請求項 10】 前記軸対称配向固定層が光硬化性樹脂からなる請求項 9 に記載の液晶表示装置。

【請求項 11】 各々電極を有する一対の基板の間に、負の誘電異方性を有する液晶層が設けられ、該液晶層の液晶分子が、駆動電圧無印加時には該一対の基板に対して略垂直に配向し、駆動電圧印加時には該液晶分子が複数の画素領域毎に軸対称配向中心軸を中心に軸対称状に配向する液晶表示装置の製造方法において、

法。

【請求項 12】 前記軸対称配向中心軸出し操作が、前記一対の基板の間に、液晶材料と光硬化性材料とを含む前駆体混合物を配置する工程と、該前駆体混合物に軸対称配向中心軸出し電圧を印加すると共に該光硬化性材料を硬化させる工程とを有する請求項 11 に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 13】 前記軸対称配向中心軸出し操作における、前記前駆体混合物に印加する軸対称配向中心軸出し電圧が、液晶材料の閾値電圧の $1/2$ 以上である請求項 12 に記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項 14】 前記軸対称配向中心軸出し操作における、前記前駆体混合物に印加する軸対称配向中心軸出し電圧が交流電圧である請求項 12 または 13 に記載の該液晶表示装置の製造方法。

【請求項 15】 前記交流電圧の周波数が 1 Hz 以上である請求項 14 に記載の液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば大人数で使用する携帯情報端末、パーソナルコンピューター、ワードプロセッサー、アミューズメント機器、教育機器、テレビジョン装置等に用いられる平面ディスプレイや、シャッター効果を利用した表示板、窓、扉、壁等に用いられる、広視野角特性を有する液晶表示装置およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】上述した液晶表示装置の視角を改善する方法として、液晶分子を各画素ごとに軸対称状に配向した表示モード (Axially Symmetric Aligned Microcell Mode: AS Mモード) が知られている (特開平 7-120728 号公報)。この表示モードは、液晶と光硬化性樹脂との混合物から相分離を利用して液晶分子を軸対称状に配向させる技術を用いて得られ、液晶材料として誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が正のものを使用し、駆動電圧印加により、軸対称状に配向した液晶分子が基板に対して垂直に配向する P 型の表示モードである。

【0003】また、広視野角特性を有し良好な表示品位が得られる、図 15 (外観斜視図) および図 16 (断面図) に示す液晶表示装置も提案されている (特開平 6-301036 号公報)。この液晶表示装置は、一対の電極基板間に、垂直配向された液晶分子 112A を有する液晶層 112 が設けられ、一方の基板 110 には画素電極 111 が設けられ、もう一方の基板 (図示せず) には対向電極 113 が設けられ、かつ対向電極 113 に開口部 114 が設けられている。

【0004】開口部 114 形成領域の液晶分子 112A は、駆動電圧印加時にも垂直配向した状態を保持し安定しており、開口部 114 形成領域周辺の液晶分子 112

3

Aも開口部114形成領域の液晶分子112Aとの相互作用によりその配向が安定し、各画素の液晶分子112Aが開口部114がある画素中心部に向かうように配向する。よって、各画素の開口部114を同じ位置に設けておけば、液晶分子が各画素で同じように配向するので、例えばディスクリネーションラインが発生しても、各画素に均一に現れるので、表示のザラツキを防止することができる。なお、図16中の115と116はゲートバスラインであり、117と118は垂直配向膜である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した提案の液晶表示装置を含む、従来のASMモードの液晶表示装置は、一般に、以下のような問題がある。

【0006】①ノーマリーホワイトモードであるために、電圧ON時の透過率を低下させ高コントラストを得るためには、比較的高い駆動電圧が必要である。

【0007】②電圧OFF時の光抜けを防止するためにBM（ブラックマトリックス）の遮光部の面積を大きく設定しなければならなかった。

【0008】③ASMモードの形成には複雑な温度制御を必要とする相分離工程を使用するので、製造が難しいという問題があった。

【0009】④製造が難しいため、液晶分子を軸対称状配向とさせる中心軸の位置制御が難しく、中心軸の位置が各画素によって一定していなかったり、画素領域のほぼ中央部に位置しなかったりし、かかる液晶表示装置を視野角を斜めにして観察すると、ざらついた表示となって表示品位が低下する。

【0010】上述した①～④の問題を解決すべく、本願発明者らは以下の液晶表示装置を提案している（特願平08-41590）。この提案の液晶表示装置は、各々電極を有する一対の基板の間に、負の誘電異方性を有する液晶層が設けられ、その液晶層の液晶分子が、駆動電圧無印加時には一対の基板に対して垂直に配向しており、駆動電圧印加時には複数の画素領域毎に軸対称状に配向する構成とされている。

【0011】このように構成された提案液晶表示装置においては、ノーマリーブラックモードで動作するため、従来のASMモードの液晶表示装置に比べて高コントラストを得ることができ、また、簡単に製造することができる。しかしながら、液晶分子の軸対称状配向中心軸の位置制御が不十分であり、また、駆動電圧印加時における液晶分子の軸対称状配向状態が必ずしも安定しておらず、軸対称状の配向状態がくずれてざらつきの原因となり、表示品位としても十分ではなかった。

【0012】また、図15および図16に示した、特開平6-301036号公報の液晶表示装置においては、液晶分子が軸対称配向するように制御をしている対象箇所が対向電極の開口部のみであり、開口部からより遠く

4

の画素周辺部にある液晶分子に対してはその影響力が及ばないため、安定した配向が得られずランダム配向になり、表示がざらつく原因となる。また、液晶ドメイン（液晶分子の配向方向が連続的であって、ディスクリネーションラインの発生がない領域）が形成される位置または大きさを規定していないため、画素内にディスクリネーションラインが必ず発生し、特に中間調表示においてざらつきの原因となる。

【0013】本発明は、このような従来技術の課題を解決するためになされたものであり、比較的簡単に製造でき、画素領域ごとに液晶分子が軸対称配向した液晶領域を有する、全方位で視角特性の優れたざらつきのない高コントラストの液晶表示装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、各々電極を有する一対の基板の間に、負の誘電異方性を有する液晶層が設けられ、該液晶層の液晶分子が、駆動電圧無印加時には該一対の基板に対して略垂直に配向し、駆動電圧印加時には該液晶分子が複数の画素領域毎に軸対称配向中心軸を中心に軸対称状に配向する液晶表示装置において、少なくとも一方の基板の液晶層側の表面に、前記画素領域を包囲する凸部が形成されており、かつ、該軸対称配向中心軸の位置を制御する処理が施されており、そのことにより上記目的が達成される。

【0015】本発明の液晶表示装置において、前記複数の画素領域内のそれぞれのほぼ中央部または一定の位置に、軸対称配向中心軸出し電圧の印加時においても液晶分子が垂直配向状態を保持している領域を有する構成とするのが好ましい。

【0016】本発明の液晶表示装置において、前記軸対称配向中心軸出し電圧の印加時において液晶分子が垂直配向状態を保持している領域の面積を S_a 、前記画素領域の面積を A とすると、 S_a が $0 < S_a / A < 4\%$ を満足する構成とするのが好ましい。

【0017】本発明の液晶表示装置において、前記複数の画素領域内のそれぞれのほぼ中央部または一定の位置に電極の無い領域を有し、該電極の無い領域に前記液晶分子の軸対称配向中心軸が形成されている構成とするのが好ましい。

【0018】本発明の液晶表示装置において、前記電極の無い領域の面積を S_b 、前記画素領域の面積を A とすると、 S_b が $0 < S_b / A < 4\%$ を満足する構成とするのが好ましい。

【0019】本発明の液晶表示装置において、前記液晶層の該画素領域内の厚さが、該画素領域外の液晶層の厚さより大きい構成とするのが好ましい。

【0020】本発明の液晶表示装置において、前記画素領域内の前記液晶層の厚さは、該画素領域の中央部で最も厚く、該中央部から該画素領域の周辺部に向かって連

統的に減少する構成とするのが好ましい。

【0021】本発明の液晶表示装置において、前記画素領域内の前記液晶層の厚さは、該画素領域の中央部を中心に軸対称状に変化している構成とするのが好ましい。

【0022】本発明の液晶表示装置において、前記一对の基板の少なくともどちらか一方の基板の液晶層に接する表面に、軸対称配向固定層が形成されている構成とすることができる。

【0023】本発明の液晶表示装置において、前記軸対称配向固定層が光硬化性樹脂からなる構成とすることができる。

【0024】本発明の液晶表示装置の製造方法は、各々電極を有する一对の基板の間に、負の誘電異方性を有する液晶層が設けられ、該液晶層の液晶分子が、駆動電圧無印加時には該一对の基板に対して略垂直に配向し、駆動電圧印加時には該液晶分子が複数の画素領域毎に軸対称配向中心軸を中心に軸対称状に配向する液晶表示装置の製造方法において、軸対称配向中心軸出し操作を行うので、そのことにより上記目的が達成される。

【0025】本発明の液晶表示装置の製造方法において、前記軸対称配向中心軸出し操作が、前記一对の基板の間に、液晶材料と光硬化性材料とを含む前駆体混合物を配置する工程と、該前駆体混合物に軸対称配向中心軸出し電圧を印加すると共に該光硬化性材料を硬化させる工程とを有するようにしてもよい。

【0026】本発明の液晶表示装置の製造方法において、前記軸対称配向中心軸出し操作における、前記前駆体混合物に印加する軸対称配向中心軸出し電圧が、液晶材料の閾値電圧の1/2以上であるようにするのが好ましい。

【0027】本発明の液晶表示装置の製造方法において、前記軸対称配向中心軸出し操作における、前記前駆体混合物に印加する軸対称配向中心軸出し電圧が交流電圧であるようにするのが好ましい。前記交流電圧の周波数は1Hz以上であるのが好ましい。

【0028】以下に本発明の作用につき説明する。

【0029】本発明の液晶表示装置にあつては、少なくとも一方の基板の液晶層側の表面に、画素領域を包囲する凸部が形成されているので、その凸部により軸対称配向となる各画素領域が規定される。また、軸対称配向中心軸の位置を制御する処理が施されているので、軸対称配向となる各画素領域の軸対称配向中心軸の位置が規定される。

【0030】上記軸対称配向中心軸の位置を制御する処理としては、所望の電圧を所望の時間以上与える軸対称配向中心軸出し操作を行っておくことや、軸対称配向中心軸出し電圧の印加時において液晶分子が垂直配向状態を保持している領域の面積を S_a 、前記画素領域の面積を A とすると、 S_a が $0 < S_a/A < 4\%$ を満足するようにすること、または、複数の画素領域内のそれぞれの

ほぼ中央部または一定の位置に電極の無い領域を形成すること、または、画素領域内の液晶層の厚さを、画素領域の中央部で最も厚く、中央部から該画素領域の周辺部に向かって連続的に減少するようにすること、または、一对の基板の少なくともどちらか一方の基板の液晶層に接する表面に、軸対称配向固定層を形成すること等が該当する。このことについては、以下に詳述する。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて具体的に説明する。

【0032】（基本構成および動作原理）図1を参照しながら、本発明の液晶表示装置100の基本構成および動作原理を説明する。図1(a)及び図1(c)は液晶表示装置100の断面図を示し、図1(b)及び図1

(d)は液晶表示装置100の上面をクロスニコル状態の偏光顕微鏡で観察した結果を示す。また、図1(a)及び図1(b)は駆動電圧無印加時の状態であり、図1(c)及び図1(d)は駆動電圧印加時の状態である。

【0033】液晶表示装置100は、一对の基板32と34の間に、誘電異方性が負の液晶分子42からなる液晶層40が挟持されている。一对の基板32と34の液晶層40に接する側の面にはそれぞれ、透明電極31及び33が形成され、さらにその上に垂直配向層38a及び38bが形成されている。また、少なくとも一方の電極、この図示例では基板32側における電極31の画素領域のほぼ中央部に、電極の無い領域35が形成されている。また、一对の基板32と34の少なくとも一方の基板側、この図示例では基板32側の液晶層40に接する側の面には、凸部36が形成されている。

【0034】この凸部36は、後述する軸対称配向中心軸出し電圧印加時に軸対称配向を呈する領域を規定するものである。また、軸対称配向中心軸の位置が電極の無い領域35によって制御される。したがって、図1

(c)に示すように、電極の無い領域35に形成された軸対称配向中心軸44を中心に、凸部36によって規定された画素領域内で、液晶分子42が軸対称配向する。

【0035】駆動電圧無印加時には、図1(a)に示すように、液晶分子42は、垂直配向層38a及び38bの配向規制力によって、基板32と34に垂直な方向に配向している。駆動電圧無印加状態の画素領域をクロスニコル状態の偏光顕微鏡で観察すると、図1(b)に示したように、暗視野を呈する（ノーマリーブラックモード）。一方、駆動電圧を印加すると、負の誘電異方性を有する液晶分子42に、液晶分子の長軸を電界の方向に対して垂直に配向させる力が働くので、図1(c)に示すように、基板に垂直な方向から傾く（中間調表示状態）。この状態の画素領域をクロスニコル状態の偏光顕微鏡で観察すると、図1(d)に示すように、偏光軸に沿った方向に消光模様（消光パターン）が観察される。

【0036】図2に、本発明の液晶表示装置の電圧透過

率曲線を示す。横軸は電圧であり、縦軸は相対透過率である。

【0037】この図2に示すように、電圧を印加していくと透過率が徐々に増加していき、さらに電圧が上昇していくと透過は飽和に至る。ここで、透過率が飽和する電圧を飽和電圧(V_{st})と呼ぶ。また、 V_{st} (飽和電圧)における透過率に対して相対的に透過率が10%になる電圧を V_{th} (閾値電圧)と呼ぶ。

【0038】電圧無印加の状態から電圧を印加していくと、液晶分子42が基板32や34に垂直な方向から傾いていくが、倒れる方向が一義的に決まらないため、凸部36を設けておくことにより、この凸部36によって規定される軸対称配向を呈する液晶領域内に、複数の軸対称配向の中心軸(以下、単純に中心軸と呼ぶ)が形成されることとなる。但し、このような複数の軸対称配向中心軸が存在する状態は、不安定な配向状態であり透過率も安定しない。

【0039】そこで、さらに $1/2V_{th}$ 以上の電圧を印加しつづけると、複数存在している中心軸が凸部36によって規定される液晶領域毎に一つになる。液晶層40に印加する電圧が、 $1/2V_{th}$ から V_{st} の間にある場合には、透過率は図2に示した動作範囲内を可逆的に変化する。また、 $1/2V_{th}$ 付近の電圧を印加した状態においては、液晶分子は、基板に対してほぼ垂直配向しているとともに、 $1/2V_{th}$ 以上の電圧を印加したときの軸対称配向状態、すなわち中心軸に対する対称性を記憶している。

【0040】しかしながら、電圧を無印加にしたり、印加電圧が $1/2V_{th}$ よりも低くなると、液晶分子は基板に対してほぼ垂直配向しており、かつ軸対称配向状態を記憶していない状態に戻る。この状態から再度 $1/2V_{th}$ 以上の電圧を印加しても、一旦複数の中心軸が形成される。例えば、液晶セル中に、n型の液晶材料を注入した段階では、同様の挙動を示す。

【0041】上述したように本発明の液晶表示装置は、電圧無印加時には、液晶分子は基板に垂直な方向に配向して黒表示となり、電圧印加時には、液晶分子が画素領域毎に形成された中心軸を中心に軸対称配向状態となり白表示となるノーマリーブラックモードで動作する。しかしながら、電圧印加後には複数の軸対称配向中心軸が形成されるため、電圧無印加状態を黒表示とする不安定な動作になる。本発明の表示モードで安定な動作をするには、表示動作をさせる前にあらかじめ、画素領域毎に一つの中心軸を形成しておくことが望ましい。

【0042】このように、表示動作をさせる前にあらかじめ、画素領域毎に一つの中心軸を形成しておくには、一定の電圧、すなわち、 $1/2V_{th}$ 以上の電圧を印加すればよい。このようにして画素領域毎に唯一の中心軸が形成され、白表示時に安定した軸対称配向状態が実現される。しかしながら、一旦電圧無印加状態にすると、

初期の複数の中心軸が形成される不安定な状態に戻ってしまうので、表示を始めてからは黒表示においても電圧無印加状態とするのではなく、一定の電圧、すなわち $1/2V_{th}$ 付近の電圧が印加されている状態で使用する。本発明の表示モードでは、動作電圧として安定な軸対称配向状態が得られる電圧の範囲、つまり $1/2V_{th}$ 以上 V_{st} 以下の電圧範囲で使用する。

【0043】なお、上記のごとく安定な動作状態を得るために、表示動作をさせる前にあらかじめ画素領域毎に一つの中心軸の形成することを、「軸対称配向中心軸出し操作」と呼ぶ。また、中心軸出しするために印加する電圧を、「軸対称配向中心軸出し電圧」と呼ぶ。

【0044】(軸対称配向の中心軸の位置の制御)本発明は、上述したように電圧無印加時には液晶分子が基板に垂直な方向に配向しており、電圧を印加していくと、凸部によって包囲されて規定される液晶領域毎に、一つの中心軸を中心に液晶分子が軸対称配向状態になり、高コントラストでかつ広視野角の液晶表示装置が実現される。

【0045】しかしながら、電圧が印加されたときの液晶分子の倒れる方向は一義的に決まらないため、上記中心軸は、画素領域内において任意の位置に形成され得る。例えば、中心軸の形成位置は、同一画素であっても電圧を印加する都度異なってくる。また、同時に同一の電圧を印加しても、画素領域間によって軸対称配向中心軸出し電圧の液晶分子への印加状態にばらつきがあり、中心軸の形成位置は画素領域間によって異なる。

【0046】上述したように、中心軸の形成位置が画素領域間でばらつきがあると、表示品質に大きな影響を与える。図3を参照しながら、中心軸の位置と表示品質との関係を説明する。

【0047】図3(a)に示すように、中心軸44が各画素において画素領域の中央に位置していると、液晶セルを傾けて表示面を観察しても、図3(c)に示すように、全ての画素領域は同様に見える。一方、図3(b)に示すように、中心軸が画素領域の中央からずれている画素領域があると、図3(d)に示すように、中心軸ずれた画素領域は他の画素領域と異なって見えるために、不均一なざらついた表示となる。このようなざらついた表示状態は、中間調表示において特に顕著になる。

【0048】このようなざらつきが無い表示を得るためには、表示させる前にあらかじめ軸対称配向中心軸出し操作を行い、軸対称配向中心軸出し操作時に中心軸の位置を制御しておく必要がある。前記軸対称配向中心軸出し操作により、電圧が印加されても液晶分子が垂直配向状態を保持している領域を画素領域内に設けることにより、中心軸の位置を制御することができる。このとき、軸対称配向中心軸出し電圧の印加時において液晶分子が垂直配向状態を保持している領域の面積を S_a 、前記画素領域の面積を A とすると、 S_a が $0 < S_a/A < 4\%$

を満足するようにするのが好ましい。その理由は、 S_a が0では中心軸位置を制御する効果を奏しないからである。また、 S_a が4%以上であると、電極の無い領域は、電圧印加時にも液晶分子が垂直配向を保持しており、表示に寄与せず、黒点欠陥となり、コントラストが低くなって不都合が生じるからである。

【0049】また、軸対称配向中心軸出し電圧印加時においても液晶分子が垂直配向状態を保持している領域の液晶分子は、その配向状態が電界の影響を受けずに安定している。また、軸対称配向中心軸出し操作において、画素領域内の液晶分子が垂直配向状態を保持している領域以外の位置に中心軸が形成されたとしても、さらに軸対称配向中心軸出し電圧を印加しつづけることにより、中心軸が、最初に形成された位置から液晶分子が垂直配向状態を保持している領域に移動し、最終的に上記領域に軸対称配向中心軸が形成される。この中心軸を、最初に形成された位置から液晶分子が垂直配向状態を保持している領域に移動させるに要する時間としては、例えば数十秒以上とすればよい。さらに、液晶セルを加熱しながら、軸対称配向中心軸出し電圧を印加することにより、中心軸が、最初に形成された位置から液晶分子が垂直配向状態を保持している領域に移動しやすくなり、軸位置制御性がさらに良くなる。

【0050】また、画素領域内に電極の無い領域を設けることによって、中心軸の位置を制御することができる。図4に、画素領域内に電極の無い領域を設けた液晶セルに電圧を印加したときの、電気力線の様子と液晶分子の配向の様子を示す。なお、図4中の1は基板であり、2は電極、2aは電極の無い領域、13は電気力線、14は液晶分子である。

【0051】電極の無い領域2aを設けたことにより、電極の無い領域2aと電極2のある領域の境界付近の電場が歪み、図4(a)に示すように、基板に水平な成分をもつ電気力線13が発生する。その結果、図4(b)に示すように、画素領域内の液晶分子は歪んだ電場の影響を受け、例え、電極の無い領域2a以外の画素領域に中心軸が形成されたとしても、軸対称配向中心軸出し電圧を印加し続けることにより、中心軸が、最初に形成された位置から液晶分子が電極の無い領域2aに移動し、最終的に上記電極の無い領域2aに軸対称配向中心軸が形成される。

【0052】さらに、画素領域内の液晶層の厚さを調整することによっても、中心軸の位置を制御することができる。ここで、図5(a)に示すように、画素領域の中央での位置を $x=0$ とし、画素領域の端での位置を $x=r$ 、液晶層の厚さを d_{in} とする。この場合において、図5(b)に示すように画素領域の中央($x=0$)での液晶層の厚さ d_{in} を最大、画素領域の端($x=r$)での液晶層の厚さ d_{in} を最小とするように、連続的に液晶層の厚さ $d_{in}(x)$ 変化させればよい。この場合に

における画素領域の液晶層の厚さ $d_{in}(x)$ の微分係数は、 $x=0$ から $x=r$ まで常に負であることが好ましく、また、連続していることが望ましい。液晶層の厚さは、視角特性の観点から、画素領域の中央に対して、その周囲を可及的に対称とすることが好ましい。

【0053】(画素領域を規定する凸部)本発明の液晶表示装置100は、画素領域を取り囲むように、凸部36を有している。この凸部36が無く、液晶層40の厚さ(セルギャップ)が均一な場合には、前述した液晶ドメインが形成される位置又は大きさを規定できないので、ランダム配向状態になってしまい、中間調表示においてざらついた表示となる。

【0054】そこで、本発明にあっては、凸部36を形成することにより、軸対称配向を呈する液晶領域の位置および大きさを規定するようにしている。凸部36は、液晶層40の厚さを制御するため、また、画素領域間の液晶分子の相互作用を弱めるために形成されている。

【0055】液晶層40の厚さは、画素領域周辺の液晶層厚さ(d_{out})が画素領域内(開口部)の液晶層厚さ(d_{in})より小さく($d_{in} > d_{out}$)なっており、さらに $0.2 \times d_{in} \leq d_{out} \leq 0.8 \times d_{in}$ の関係を満足することが好ましい。すなわち、 $0.2 \times d_{in} > d_{out}$ の場合、この凸部36が画素領域間の液晶分子の相互作用を弱める効果が十分でなく、画素領域毎に単一の軸対称配向領域を形成することが困難な場合がある。さらに、 $d_{out} > 0.8 \times d_{in}$ では、液晶セルへの液晶材料の注入が困難になる場合がある。

【0056】なお、「画素」は、一般に、表示を行う最小単位として定義される。本願明細書において用いられる「画素領域」という用語は、「画素」に対応する表示素子の一部の領域を指す。但し、縦横比が大きい画素(長画素)の場合、1つの長画素に対して、複数の画素領域を形成してもよい。画素に対応して形成される画素領域の数は、軸対称配向が安定に形成されうる限り、できるだけ少ない方が好ましい。また、「軸対称配向」とは、放射状、同心円状(タンジェンシャル状)などの配向をいう。

【0057】(軸対称状配向中心軸出し電圧印加時の液晶分子の軸対称配向状態の安定化)本発明の表示モードで安定な表示動作を行うには、表示動作をさせる前にあらかじめ、画素領域毎に一つの中心軸を形成し、軸対称配向状態を安定化しておくことが望ましい。そのためには、上述したように、表示動作をさせる前にあらかじめ一定の電圧を印加する、軸対称配向中心軸出し操作を行えばよい。さらに、表示を始めてからは、黒表示時においても、一定の電圧を印加しておき、動作電圧としては、安定な軸対称配向状態が得られる電圧の範囲($1/2 V_{th}$ 以上で V_{st} 以下の電圧)で使用する。このように、黒表示時においても一定の電圧を印加しておくのは、液晶分子に $1/2 V_{th}$ 以上の電圧を印加した時に

形成される軸対称配向状態、すなわち中心軸に対する対称性を記憶させ、初期状態に戻らないようにするためである。上記軸対称配向中心軸出し操作は、液晶表示装置完成後、表示動作を始める前にその都度行ってもよいが、軸対称配向中心軸出し操作を液晶表示装置の作製工程中に包含することもできる。

【0058】さらに、黒表示を行う際の電圧無印加のときでも、液晶分子が $1/2V_{th}$ 付近の電圧を印加した時の軸対称配向状態を取り得るようにしてもよい。これを実現するためには、少なくともどちらか一方の基板の液晶層に接する表面に、後述の軸対称配向固定層を形成しておけばよい。この軸対称配向固定層が形成されていることにより、 $1/2V_{th}$ 以上の電圧を印加していない状態でも、軸対称配向を呈する液晶領域毎に、液晶分子に軸対称状のプレチルト角を与えておくことができる。軸対称配向固定層によって、電圧無印加時においても、液晶分子にはプレチルト角が与えられるが、そのときの液晶分子の基板の法線方向からの傾きは僅かであり、黒レベルは軸対称配向固定層が形成されていない場合と同等である。

【0059】軸対称配向固定層は、一対の基板間に、少なくとも液晶材料と光硬化性材料とからなる前駆体混合物を配置しておき、該混合物を硬化させるという方法によって形成することができる。すなわち、一対の基板の間に、少なくとも液晶材料と光硬化性材料とを含む前駆体混合物を配設する工程と、前駆体混合物に軸対称配向中心軸出し電圧を印加しながら露光し、該光硬化性材料を硬化させる工程とにより、軸対称配向固定層を形成することができる。

【0060】表示時に $1/2V_{th}$ 以上の電圧を印加していない状態で、軸対称配向固定層が、軸対称配向を呈する液晶領域毎に液晶分子に軸対称状のプレチルト角を与えるようにするためには、上述の軸対称配向固定層の形成方式において、液晶分子が基板の法線方向に対してある角度でチルトしていること、つまりチルト角を有していることが重要である。液晶分子を基板の法線方向に対してある角度でチルトさせるには、電圧を印加すれば良い。その印加電圧は、前述したように、軸対称配向が安定化する $1/2V_{th}$ 以上で、 V_{st} 以下であればよい。軸対称配向中心軸出し電圧の印加は表示を行うために液晶層40に印加する電極(図1の31及び33)を兼用することができる。軸対称配向中心軸出し電圧は、周波数1Hz以上の交流電圧であることが好ましい。交流電圧を用いるのは、直流電圧を印加すると、前駆体混合物が劣化することがあるからである。また、周波数を1Hz未満とすると、液晶分子が電圧変化に追従しなくなり、軸対称配向させることができなくなるからである。なお、液晶分子を基板の法線方向に対してある角度でチルトさせるには、軸対称配向中心軸出し電圧の代わりに、磁場を印加しても良い。

【0061】本発明で用いる光硬化性材料は、アクリレート系、メタアクリレート系、スチレン系、およびこれらの誘導体を使用することができる。これらの材料に光重合開始剤を添加することにより、より効果的に光硬化性材料を硬化させることができる。また、光硬化性材料の代わりに、熱硬化性材料を用いることができる。

【0062】前駆体混合物における硬化性材料の添加量は、使用する材料により最適値が異なり、本発明は特に限定しないが、材料含有量(前駆体混合物全体の重量に対する%)が0.1%以上5%以下である事が好ましい。その理由は、以下の通りである。0.1%より少ないと、軸対称配向状態を硬化した材料によって安定化することができない。逆に約5%を超えると、垂直配向層の配向効果が阻害され、電圧無印加時に液晶分子が垂直配向から大きくずれて配向することになるので、黒表示に光り抜け現象が起き、透過率が増加してコントラストが低下し、表示品位が劣化するからである。

【0063】さらに、光硬化性材料を用いる場合には、フォトマスク等を用いて、所望の領域の光硬化性材料を選択的に硬化させることができるので、空間的に規則的に液晶領域(高分子領域)を形成しやすいという利点がある。液晶表示装置の透明電極やカラーフィルターの材料として、所望の波長の光を透過する材料を用いることによって、これらの構成部材をフォトマスクに代えて用いることができる。液晶表示装置の構成部材をフォトマスクとして用いることによって、自己整合的に液晶領域を形成できる利点がある。

【0064】また、液晶セルを挟むように配置した一対の偏光板と液晶セルとの間に、以下のような位相差板や位相差フィルムを設けることにより、さらに広視野角化された視角特性を得ることができる。その位相差板としては、負の一軸性のフリスビー型の屈折率楕円体を有する位相差板などが該当する。また、位相差フィルムとしては、面内屈折率($n_x > n_y$)>面に垂直方向の屈折率(n_z)の関係を有する2軸性の位相差フィルムなどが該当する。

【0065】

【実施例】以下本発明の実施例を示すが、本発明は、これに限定されるものではない。

【0066】(実施例1)図6(b)は、実施例1の液晶表示装置の1画素分を示す平面図であり、図6(a)は図6(b)のA-A線による断面図である。この液晶表示装置の構成を、作製手順に説明する。

【0067】一方(上側)のガラス基板60上にITOからなる厚み100nmの透明電極61を形成し、さらに、JALS-204(日本合成ゴム社製)をスピコートし、垂直配向層67を形成した。

【0068】他方(下側)のガラス基板62上にITOからなる厚み100nmの透明電極63を形成し、画素領域中央部の透明電極63部分をフォトリソグラフィー

とエッチングにより除去し、電極の無い領域64を形成した。さらに、透明電極63上の画素領域外に、アクリル系ネガ型レジストで、高さ約 $3\mu\text{m}$ の凸部66を形成した。その後、感光性ポリイミドを用いて、高さ約 $2\mu\text{m}$ のスペーサー65を形成した。これらスペーサー65および凸部66で包囲される領域、すなわち画素領域の大きさは、 $190\mu\text{m} \times 325\mu\text{m}$ とした。その上に、JALS-204（日本合成ゴム社製）をスピコートし、垂直配向層68を形成した。

【0069】両方の基板を貼り合わせ、更に、基板間に液晶層70としてn型液晶材料（ $\Delta\epsilon=-4.0$ 、 $\Delta n=0.08$ 、セルギャップ $5\mu\text{m}$ で 90° ツイストとなるように液晶材料固有のツイスト角を設定）を注入し、液晶セルを完成させた。

【0070】セル厚保持材料である凸部66及びスペーサー65は感光性のアクリル、メタクリレート、ポリイミド、ゴム系の材料を使用してもよい。また、 $400\text{g}/\Phi$ 程度の押圧に対して、凸部66及びスペーサー65が破壊されない強度をもつものであれば、どのような感光性材料を使用してもよい。

【0071】作製した液晶セル中に、軸対称配向中心軸出し操作を行うため、軸対称配向中心軸出し電圧を7V印加した。その電圧印加直後は、初期状態で複数の中心軸が形成され、軸対称配向中心軸出し電圧の印加状態を続けると画素領域ごとに中心軸が1つになり、1つの軸対称領域（モノドメイン）が形成された。

【0072】作製した液晶セルに駆動電圧を印加しながら、各画素を偏光顕微鏡（クロスニコル）も用いて透過モードで観察した。電圧を印加し始めてしばらくすると、電圧印加直後に初期状態で形成された複数の中心軸が1つになることが観察された。この時点で、液晶セルの画素領域のうち約10%においては、中心軸が画素領域の中心部でない領域に形成されていた。さらに、電圧（軸対称配向中心軸出し電圧）を印加し続けることによって、図7に示すように、白表示時において、各画素領域において液晶分子が中心軸を中心に軸対称状に配向し、かつ、中心軸が、画素領域のほぼ中心部にある電極の無い領域64に対応する位置に形成されているのが観察された。

【0073】液晶セルの両側に偏光板をクロスニコル状態になるように配置し、液晶表示装置を作製した。

【0074】実施例1の液晶表示装置の電気光学特性を図8に、コントラストの視角特性を図9に示す。

【0075】図8は、図2に対応する図である。図9において、 ϕ は方位角（表示面内の角度）、 θ は視角（表示面法線からの傾き角）で、ハッチングは、コントラスト比が10:1以上の領域を示す。

【0076】（実施例2）図10（b）に、実施例2の液晶表示装置の平面図を示し、図10（a）に図10（b）のA-A線による断面図を示す。

【0077】実施例2では、基板63上に形成する垂直配向層68の画素領域内の断面形状をその厚さの位置

（画素中央から周辺部に至る）による変化を示す曲線の微分係数は正であり、画素領域内の液晶層の厚さの変化を示す曲線の微分係数は負であるような図5に示すような関係を満たすように形成した。具体的には、垂直配向層68の画素領域内の断面形状がすり鉢状になっており、さらに画素電極63に電極の無い領域64を断面形状の最深部に設けている。そして、実施例1と同様な方法で液晶セルを作製した。

【0078】作製した液晶セル中に、軸対称配向中心軸出し操作を行うため、軸対称配向中心軸出し電圧を7V印加した。電圧印加直後は、初期状態で複数の中心軸が形成され、中心軸出し電圧印加状態を続けると画素領域ごとに中心軸が1つになり、1つの軸対称領域（モノドメイン）が形成された。

【0079】作製した液晶セルに駆動電圧を印加しながら、各画素を偏光顕微鏡（クロスニコル）も用いて透過モードで観察した。駆動電圧を印加し始めてしばらくすると、電圧印加直後に初期状態で形成された複数の中心軸が1つになることが観察された。形成された中心軸は、すり鉢状の断面形状の最深部である画素領域の中心部にほぼ形成されていた。さらに、電圧（軸対称配向中心軸出し電圧）を印加し続けることによって、図7に示すように、白表示時において、各画素領域において液晶分子が中心軸を中心に軸対称状に配向し、かつ、中心軸が、画素領域のほぼ中心部にある電極の無い領域64に対応する位置に形成されているのが観察された。

【0080】そして、この液晶セルの両側に偏光板をクロスニコル状態になるように配置し、液晶表示装置を作製した。

【0081】実施例2の液晶表示装置としては、実施例1とほぼ同等の電気光学特性、およびコントラストの視角特性が得られた。

【0082】（実施例3）画素サイズ $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ とし、画素領域の中心部にある電極の無い領域64の面積を $0.25\mu\text{m}^2$ 、 $100\mu\text{m}^2$ 、 $400\mu\text{m}^2$ 、 $900\mu\text{m}^2$ とし、それ以外は、実施例1と同様の液晶セルを、実施例1と同様の方法で作製した。

【0083】作製した液晶セルの両側に偏光板をクロスニコル状態になるように配置し液晶表示装置を完成した。

【0084】本実施例3においては、液晶セルに駆動電圧を印加しながら、各画素を偏光顕微鏡（クロスニコル）を用いて透過モードで観察した。視野角を倒した時の中間調表示する印加電圧での表示のざらつきを評価したところ、次のようになった。評価基準として、ざらつきがほとんどなく表示品位として問題の無い物を○、ざらつきはあるが表示として気にならない程度のものを△、ざらつきが気になり表示としては問題となるものを

×とした。

【0085】

【表1】

ITO電極の無い領域の面積(Sb) (μm^2)	画素領域の面積(A) (μm^2)	Sb/A(%)	表示のざらつきの有無による評価
0	10000	0	×
25	10000	0.25	○
100	10000	1.0	○
400	10000	4.0	△
900	10000	9.0	×

【0086】この表1から理解されるように、電極の無い領域の面積をSb、画素領域の面積をAとすると、Sbが $0 < Sb/A < 4\%$ を満足するように、電極の無い領域を設けるのが好ましい。

【0087】（実施例4）本実施例では、軸対称配向中心軸出し操作を液晶表示装置の作製工程中に包含し、かつ少なくともどちらか一方の基板の液晶層に接する表面に、軸対称配向固定層を形成することにより、液晶分子の軸対称配向状態を安定化させる方法について説明する。

【0088】図11に、実施例4の液晶表示装置の断面図を示す。

【0089】垂直配向層68および67上に、さらに軸対称配向固定層90aおよび90bがそれぞれ形成されていること以外は、実施例1の液晶表示装置と同様の構造である。

【0090】実施例1と同様にして、図11に示す断面構造を有する基板を以下のように作製した。一方（下側）のガラス基板60上にITOからなる厚み100nmの透明電極61を形成し、さらにJALS-204（日本合成ゴム製）をスピコートし、垂直配向層67

を形成した。
【0091】他方（上側）のガラス基板62上にITOからなる厚み100nmの透明電極63を形成し、画素領域の中央部をフォトリソグラフィとエッチングにより除去し、電極の無い領域64を形成した。さらに透明電極63上の画素領域外にアクリル系ネガ型レジストで、高さ約3 μm の凸部66を形成した。その後、感光性ポリイミドを用いて、高さ約2 μm のスペーサー65（化合物A）

10 を形成した。これらスペーサー65および凸部66で包囲される領域、すなわち画素領域の大きさは、100 $\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ とした。その上にJALS-204（日本合成ゴム）をスピコートし、垂直配向層68を形成した。

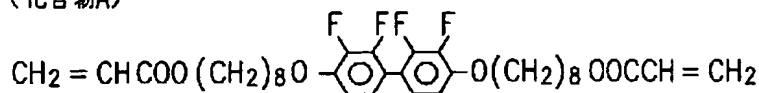
【0092】両方の基板を貼り合わせて液晶セルを完成させた。ここまでの構成は、実施例1の液晶表示装置100と同じである。

20 【0093】本実施例では、作製した液晶セル中に以下の前駆体混合物を注入した。その前駆体混合物は、n型液晶材料（ $\Delta\epsilon = -4.0$ 、 $\Delta n = 0.08$ 、カイラル角5 μm で90℃に設定）を含むと共に、光硬化性材料として、下記化合物Aを0.3wt%、Irgacur 651を0.1wt%で混合したものを含む。

30 【0094】注入後、5Vの軸対称配向中心軸出し電極を印加し、軸対称配向中心軸出し操作を行った。さらに、軸対称配向中心軸出し電圧を印加し続けながら室温（25℃）で10分間、紫外線照射（365nmにおける強度：6mW/cm²）を行い、前駆体混合物の光硬化性材料を硬化させた。その結果、図11に示すように、両基板上に形成された垂直配向層68、67を覆うように、軸対称配向中心軸出し操作中に同時に、軸対称配向固定層90a、90bが形成された。この軸対称配向固定層90a、90bの材質としては、前駆体混合物に含まれるアクリレート系、メタアクリレート系、スチレン系およびこれらの誘導体等の光硬化性材料または熱硬化性材料を硬化した高分子からなるものである。

【0095】

【化1】



【0096】液晶セルの両側に偏光板をクロスニコル状態になるように配置し液晶表示装置を完成させた。

【0097】実施例4における液晶セルに電圧を印加しながら、各画素を偏光顕微鏡（クロスニコル）を用いて透過モードで観察した。電圧無印加状態から電圧印加した直後においても、各画素領域において、複数の中心軸が形成されることなく、単一の中心軸が形成された。その後一旦電圧を無印加状態とした後に再度、1/2Vt

50 h以上の電圧を印加しても、中心軸が画素領域内に複数存在する現象は現れず、単一の中心軸が形成された。これは、液晶層への印加電圧が1/2Vth未満となっても、液晶分子は完全な垂直配向状態に戻らず、軸対称配向におけるプレチルト状態が軸対称配向固定層90aによって保持されているためであると考えられる。その結果、本実施例では、黒表示時を電圧無印加状態とすることが可能となった。また、表示動作をさせる前にあらか

じめ軸対称配向中心軸出し操作を行う必要がなくなった。電圧印加状態において、液晶分子は軸対称配向固定層 92a によって、プレチルト角が与えられているが、垂直配向からのずれはわずかであり、OFF 時の黒レベルは、実質的に実施例 1 の液晶表示装置と同時であり、電気光学特性及び視角特性は、それぞれ、図 8 及び図 9 と同じであった。なお、本実施例では、光硬化性樹脂を用いたが、熱硬化性樹脂を用いることもできる。

【0098】（実施例 5）実施例 4 の液晶セルに、化合物 A の含有量のみを変化させた前駆体混合物を注入し、実施例 3 と同様にして本実施例 5 の液晶表示装置を作製した。

【0099】化合物 A の含有量は、0.05 wt % から 6 wt % まで変化させた。作製した液晶表示装置の OFF 時の光透過率を測定すると共に、安定した軸対称配向状態が形成されているか観察した。

【0100】その結果、光硬化性材料の含有量が約 0.1 wt % より低いと、軸対称配向固定を効果的に行うことができず、約 6 wt % 以上では、液晶分子の垂直配向が阻害され、OFF 時の光漏れが大きくなる、従って、光硬化性材料の含有量は、約 0.1 wt % ~ 6 wt % の間にあることが好ましい。

【0101】（実施例 6）本実施例においては、実施例 1 の液晶表示装置の一対の偏光板と液晶セルとの間に、以下の位相差板を、各偏光板の吸収軸に各位相差板の遅延軸が直交するように配置した。

【0102】上記位相差板は、光学的に負の複屈折性を有し、かつ屈折率楕円体の面内方向の主屈折率を n_x 、 n_y 、厚さ方向の主屈折率を n_z とすると、式 $n_x = n_y$ 、 $n_x > n_z$ 、 $n_y > n_z$ を満足するものである。

【0103】位相差板の厚さを d とすると、厚さ方向のリタレーションが $(n_x - n_z) d = 160 \text{ nm}$ であった。

【0104】図 12 は、実施例 6 の液晶表示装置の視角特性を測定した結果を示す。図 12 において、 ϕ は方位角（表示面内の角度）、 θ は視角（表示面法線からの傾き角）で、ハッチングは、コントラスト比が 10 : 1 以上の領域を示す。

【0105】図 12 から明らかなように、本実施例の液晶表示装置の視角特性は、図 9 に示す実施例 1 の液晶表示装置の視角特性よりも、さらに広視野角化され、表示品位はきわめて均一であった。

【0106】（実施例 7）本実施例においては、実施例 1 の液晶表示装置の一対の偏光板と液晶セルとの間に、以下の位相差フィルムを、各偏光板の吸収軸に各位相差フィルムの遅延軸が直交するように配置した。

【0107】上記位相差フィルムは、光学的に負の複屈折性を有し、かつ屈折率楕円体の面内方向の主屈折率を n_x 、 n_y 、厚さ方向の主屈折率を n_z とすると、式

$$n_x > n_y > n_z$$

を満足するものである。

【0108】位相差フィルムの厚さを d とすると、厚さ方向のリタレーションが $(n_z - n_y) d = 170 \text{ nm}$ であり、面内方向のリタレーションが $(n_x - n_y) d = 42 \text{ nm}$ であった。

【0109】図 13 は、実施例 7 の液晶表示装置の視角特性を測定した結果を示す。図 13 において、 ϕ は方位角（表示面内の角度）、 θ は視角（表示面法線からの傾き角）で、ハッチングは、コントラスト比が 10 : 1 以上の領域を示す。

【0110】図 13 から明らかなように、本実施例の液晶表示装置の視角特性は、図 9 に示す実施例 1 の液晶表示装置の視角特性よりも、さらに広視野角化され、表示品位はきわめて均一であった。

【0111】（比較例 1）比較例 1 では、図 14 に示すように、画素電極 63 に電極の無い領域 64 を設けていないこと以外は、実施例 1 と同様にして他方（下側）の基板を作製した。

【0112】このようにして得られた下側の基板と、実施例 1 と同様にして形成された上側の対向基板とを貼り合わせて液晶セルを作製した。この液晶セルに、実施例 1 と同じ材料を注入し、液晶セルの両側には、偏光板をクロスニコルになるように配置した。

【0113】比較例 1 で作製した液晶セルの画素を偏光顕微鏡（クロスニコル）を用いて透過モードで観察したところ、図 3 (b) に示すように、画素領域において軸対称配向中心軸 44 を中心に、液晶分子が軸対称状に配向しているものの、軸対称配向中心軸 44 の位置が画素領域の中心部からずれている画素領域があり、画素領域ごとの軸対称配向中心軸の位置が一致していないことが観察された。そのため、液晶パネル全体として不均一なざらつきのある表示が見られた。

【0114】（比較例 2）比較例 2 では、図 14 における基板 62 の表面に形成された透明電極 63 上に、垂直配向層 68 直接形成し、その後、実施例 1 の位置と同様に感光性ポリイミドを用いてスペーサー 65 を形成した。すなわち、図 8 (a) における凸部 66 を形成していない。また、電極の無い領域 64 は設けていない。

【0115】このようにして得られた下側の基板と、実施例 1 と同様にして形成された上側の対向基板とを貼り合わせて液晶セルを作製した。この液晶セルに、実施例 1 と同じ材料を注入し、液晶セルの両側には、偏光板をクロスニコルになるように配置した。

【0116】この比較例 2 の液晶表示装置においては、液晶分子がランダム配向状態になり、ディスクリネーションラインが無秩序に形成された。この液晶表示装置に電圧を印加して観察したところ、中間調において、ざらつきのある表示が見られた。

【0117】（比較例 3）比較例 3 では、図 6 における

基板 6 2 の表面に形成された透明電極 6 3 上に、垂直配向層 6 8 直接形成し、その後、実施例 1 と同様に感光性ポリイミドを用いてスペーサー 6 5 を形成した。すなわち、図 6 における凸部 6 6 を形成していないが、画素電極 6 3 に電極の無い領域 6 4 を設けてある。

【0118】得られた下側の基板と、実施例 1 と同様に形成された上側の対向基板とを貼り合わせて液晶セルを作製した。この液晶セルに、実施例 1 と同じ材料を注入し、液晶セルの両側には、偏光板をクロスニコルになるように配置した。

【0119】この比較例 3 の液晶表示装置においては、比較例 2 と同様、液晶分子がランダム配向状態になり、ディスクリネーションラインが無秩序に形成された。この液晶セルに軸対称配向中心軸出し電圧を印加して観察したところ、中間調においてざらつきのある表示が見られた。

【0120】

【発明の効果】本発明による場合には、比較的簡単に製造でき、画素領域毎に液晶分子が軸対称配向した液晶領域を有する、全方位で視角特性の優れた高コントラストの液晶表示装置及びその製造方法が提供される。特に、電圧印加時の液晶分子の軸対称配向中心軸の位置を制御することにより、中間調におけるざらつきを無くし、表示品位を格段に向上することができる。本発明の液晶表示装置は、パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、アミューズメント機器、テレビジョン装置などの平面ディスプレイやシャッター効果を利用した表示板、窓、扉、壁などに好適に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の液晶表示装置の基本構成および動作原理を説明する図であり、(a) 及び (c) はその液晶表示装置の断面図、(b) および (d) はその液晶表示装置の上面をクロスニコル状態の偏光顕微鏡で観察した結果であり、また、(a) 及び (b) は電圧無印加時の状態であり、(c) 及び (d) は電圧印加時の状態である。

【図 2】本発明の液晶表示装置の電圧透過率曲線を示す図である。

【図 3】軸対称配向領域の中心軸の位置と表示品質との関係を説明するための図である。

【図 4】(a) は本発明の液晶表示装置に電圧を印加した時の電界分布の状態を示す図であり、(b) は本発明の液晶表示装置に電圧を印加した時の液晶分子の配向状態を示す図である。

【図 5】本発明の液晶表示装置の液晶層の厚さを説明する模式図である。

【図 6】(a) は実施例 1 の液晶表示装置の部分断面図であり、(b) はその 1 画素分についての平面図である。

【図 7】実施例 1 で作製した液晶セルの画素を偏光顕微鏡（クロスニコル）で観察した結果を模式的に示す図である。

【図 8】実施例 1 の液晶表示装置の電気光学特性を示す図である。

【図 9】実施例 1 の液晶表示装置の視角特性を示す図である。

【図 10】(a) は実施例 2 の液晶表示装置の部分断面図であり、(b) はその 1 画素分についての平面図である。

【図 11】実施例 4 の液晶表示装置の部分断面図である。

【図 12】実施例 6 の液晶表示装置の視角特性を示す図である。

【図 13】実施例 7 の液晶表示装置の視角特性を示す図である。

【図 14】(a) は比較例 1 の液晶表示装置の部分断面図であり、(b) はその 1 画素分についての平面図である。

【図 15】従来の液晶表示装置の動作原理を説明する図である。

【図 16】従来の液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

3 1、3 3 透明電極

3 2、3 4 基板

3 5 電極の無い領域

3 6 凸部

3 8 a、3 8 b 垂直配向層

4 2 液晶分子

4 0 液晶層

4 4 軸対称配向中心軸

6 0 ガラス基板

6 1 透明電極

6 2 ガラス基板

6 3 透明電極

6 4 電極の無い領域

6 5 スペーサー

6 6 凸部

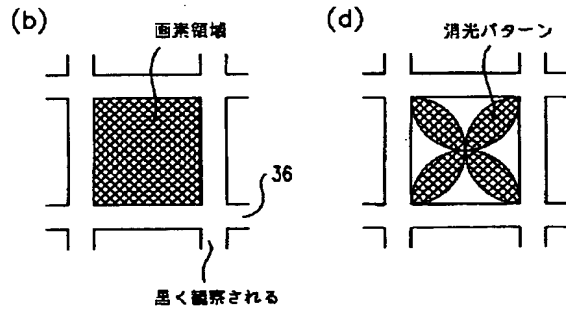
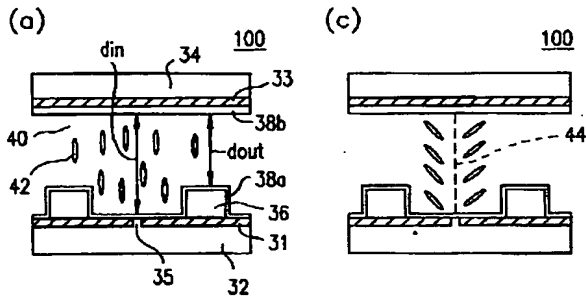
6 7 垂直配向層

6 8 垂直配向層

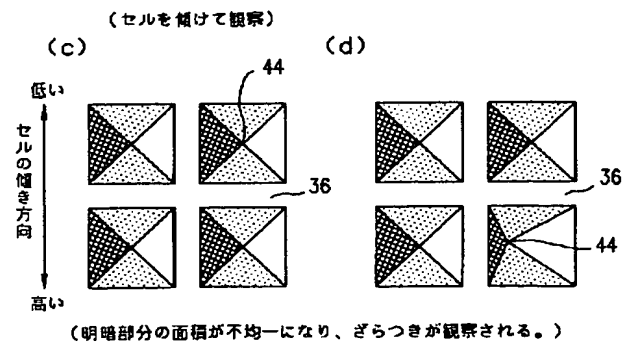
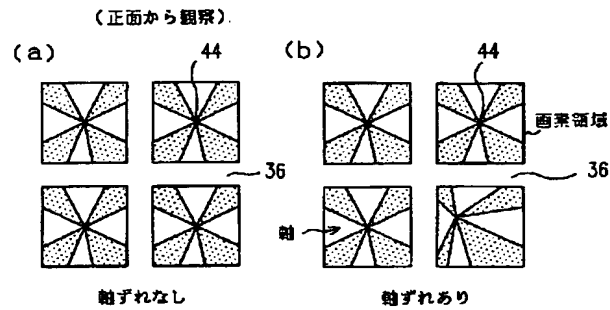
7 0 液晶層

1 0 0 液晶表示装置

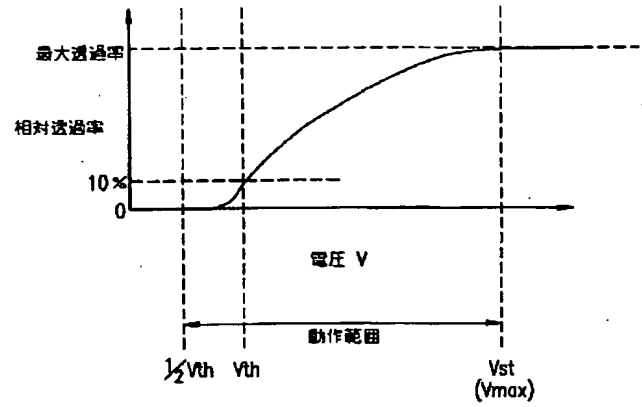
【図 1】



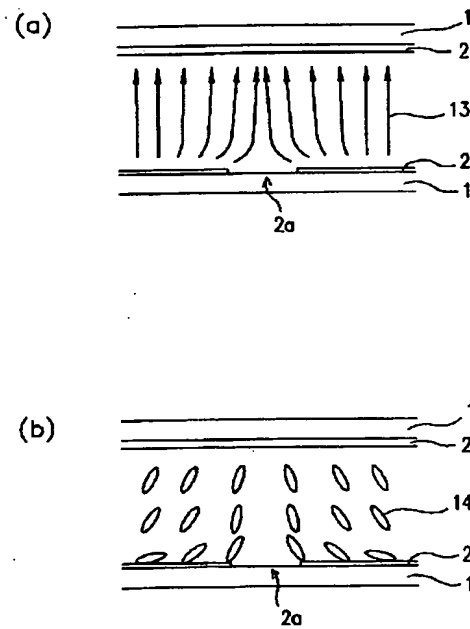
【図 3】



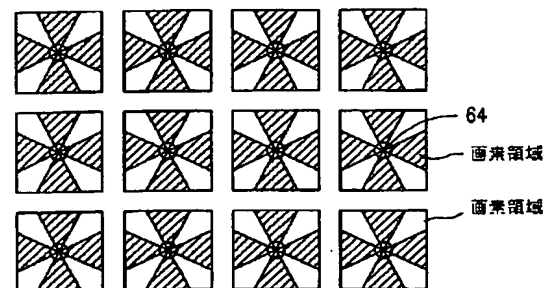
【図 2】



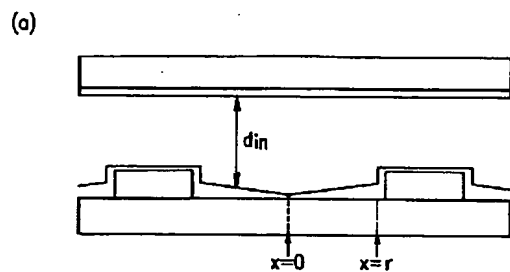
【図 4】



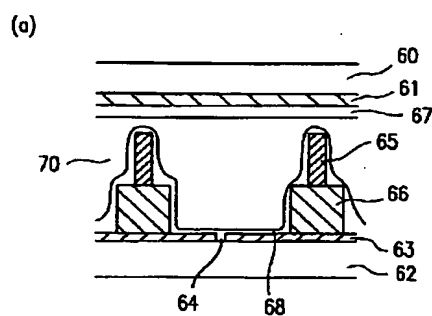
【図 7】



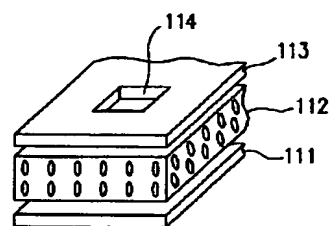
【図 5】



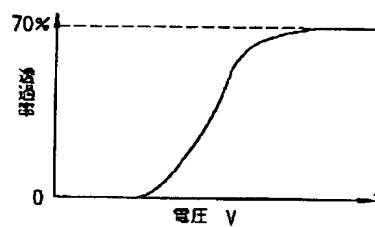
【図 6】



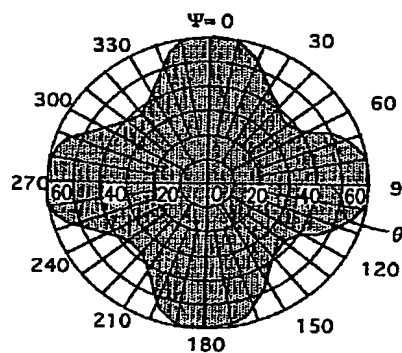
【図 15】



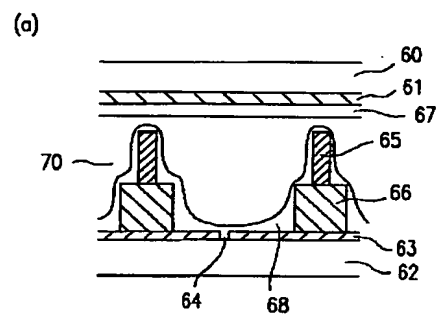
【図 8】



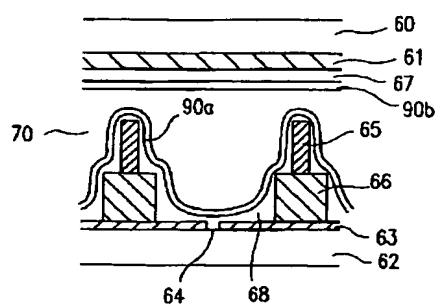
【図 9】



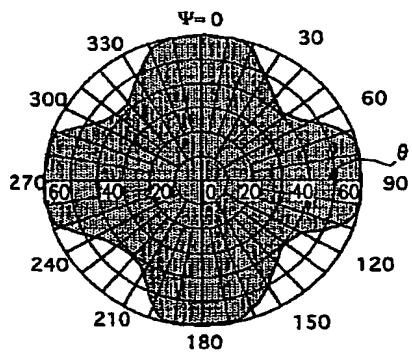
【図 10】



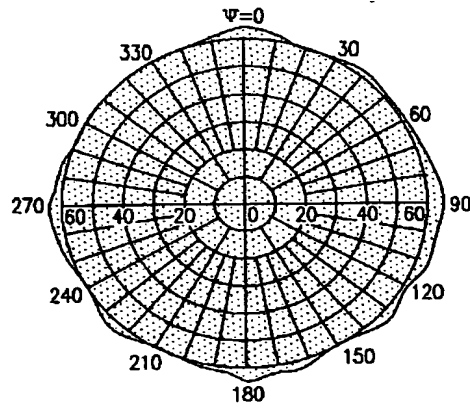
【図 11】



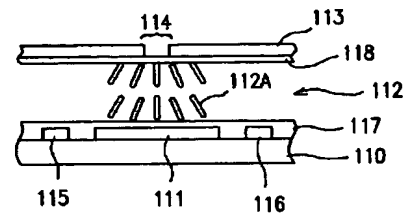
【図 1 2】



【図 1 3】

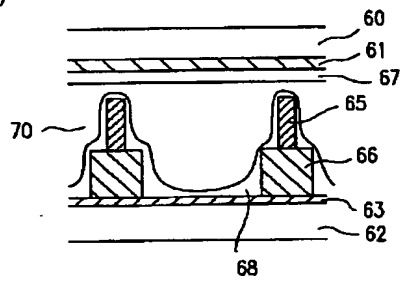


【図 1 6】

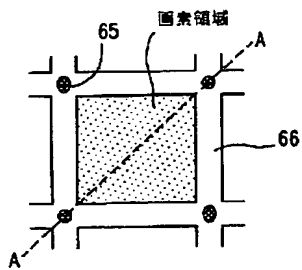


【図 1 4】

(a)



(b)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.